

RADIOGRAPHIC DEVICE

Patent number: JP10260487
Publication date: 1998-09-29
Inventor: YAMAZAKI TATSUYA; ENDO YUTAKA
Applicant: CANON KK
Classification:
- international: G03B42/02; H04N5/325; G01N23/04; H04N5/32;
G01T1/00
- european: H04N5/32
Application number: JP19970369403 19971229
Priority number(s): JP19970369403 19971229; JP19970017536 19970114

Also published as:

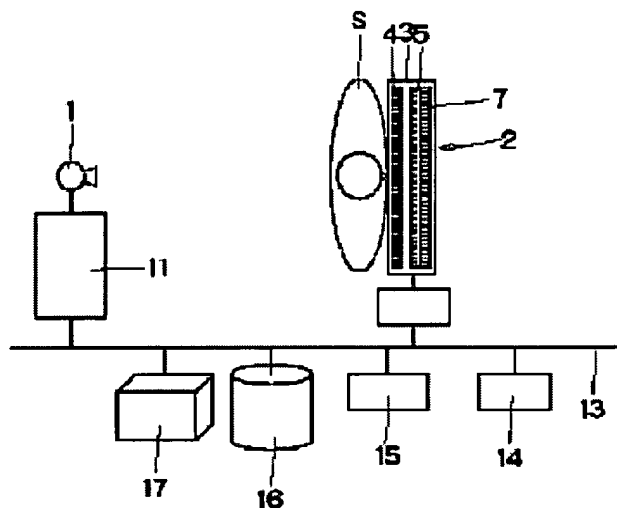


EP0857983 (A2)
US6265720 (B1)
EP0857983 (A3)

Report a data error here

Abstract of JP10260487

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain stable output regardless of the lapse of time from photographing till image output, and the change of photographing environment, etc., by performing output excellent in reproducibility in accurately accordance with attained radiation dose. **SOLUTION:** Before the photographing, in order to previously obtain a white level signal and a black level signal, and to obtain light input/output characteristics, a radiation source 1 having even space distribution of intensity and known intensity irradiates a radiographic unit 2 used by a photoelectric transducer 7 as an image receiving means in the case of the running-in of the tube bulb of the source 1 with a radioactive ray. An analog signal outputted from the unit 2 in accordance with irradiation is the white level signal, converted to a digital signal by an A/D converter, and transmitted to a temporarily storing device 15; and the unit 2 obtains the black level signal linked with the start button of a radioactive ray generating device 11. The signals are transferred to a CPU 14, compared with the input/output characteristics previously stored in the device 15 and a temperature obtained when the input/output characteristics is obtained to correct an image, and outputted as an image signal.



BEST AVAILABLE COPY

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-260487

(43)公開日 平成10年(1998)9月29日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
G 0 3 B 42/02		G 0 3 B 42/02 B
H 0 4 N 5/325		G 0 1 N 23/04
G 0 1 N 23/04		H 0 4 N 5/32
H 0 4 N 5/32		G 0 1 T 1/00 B
// G 0 1 T 1/00		A 6 1 B 6/00 3 5 0 M
審査請求 未請求 請求項の数19 F D (全 10 頁)		

(21)出願番号 特願平9-369403

(22)出願日 平成9年(1997)12月29日

(31)優先権主張番号 特願平9-17536

(32)優先日 平9(1997)1月14日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 山崎 達也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 遠藤 豊

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

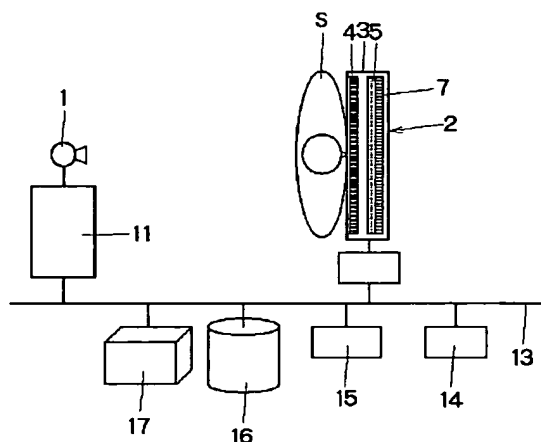
(74)代理人 弁理士 日比谷 征彦

(54)【発明の名称】 放射線画像撮影装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 到達した放射線線量に正確に対応した再現性に優れた出力が可能で、撮影から画像出力までの経過時間及び撮影環境の変化等に拘わらず安定した出力を得る。

【解決手段】 撮影に先立ち、予め白レベル信号及び黒レベル信号を取得し、光入出力特性を得るには放射線源1の管球の慣らし運転時に受像手段として光電変換装置7が用いた放射線撮影ユニット2に対して、強度の空間分布が一樣でかつ強度が既知の放射線源が放射線を照射する。照射に応じて放射線撮影ユニットから出力されるアナログ信号は白レベル信号であり、A/D変換器でデジタル信号に変換され一時記憶装置15に転送し、放射線撮影ユニットは放射線発生装置11のスタートボタンと運動させて黒レベル信号を取得する。これらの信号はCPU14に転送され、予め一時記憶装置15に記憶されている入出力特性及び入出力特性取得時の温度と比較して画像の校正を行い画像信号として出力される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 放射線画像を得るための撮像素子と、該撮像素子によって得られた前記放射線画像を前記撮像素子の画素毎の入出力特性を用いて補正して出力するための画像処理系と、該画像処理系からの出力に最終的に影響を与える所定の要素値を監視するための所定要素検出部とを有することを特徴とする放射線画像撮影装置。

【請求項2】 前記画像処理系は前記入出力特性の取得時と前記撮像素子による画像取得時での前記要素値の差と前記入出力特性との関係を示す補正テーブルを有し、前記所定要素検出部の出力と前記補正テーブルとを利用して、出力変動を補償する機能を有する請求項1に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項3】 前記撮像素子は光電変換素子を有し、前記所定要素検出部は出力に影響を与える要素値として前記光電変換素子の温度及び前記光電変換素子の出力を取得する電気回路の温度の少なくとも一方を検出する請求項1に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項4】 前記撮像素子は光電変換素子を有し、前記所定要素検出部は出力に影響を与える要素値として前記光電変換素子の暗出力を検出する請求項1に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項5】 前記所定要素検出部は出力に影響を与える要素値として撮影時刻を検出する請求項1に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項6】 前記所定要素検出部の出力を評価する手段を有し、該手段の出力に応じて前記補正テーブルを随時に更新する請求項2に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項7】 前記撮像素子は放射線電子変換体と電子検出素子を有し、前記所定要素検出部は出力に影響を与える要素値として前記放射線電子変換体の温度と前記電子検出素子の温度と前記電子検出装置の出力を取得する電気回路の温度の少なくとも1つを検出する請求項1に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項8】 前記放射線電子変換体はアモルファスセレン又はCdTe又は電離箱とした請求項6に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項9】 前記所定要素検出部の検出に応じて、前記画像処理系の前記出力補正のためのデータの変更を促すための表示を行う手段を有する請求項1に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項10】 前記撮像素子は光電変換素子を有し、前記所定要素検出部は出力に影響を与える要素値として、基準温度に対する前記光電変換素子の特定部分の温度差を検出する請求項1に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項11】 前記画像処理系は前記所定要素検出部の出力に前記入出力特性を示す補正テーブルを利用して出力補正を行い、前記温度差に応じて前記補正テーブルを変更する請求項10に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項12】 放射線画像を直接又は間接的に撮像す

るための撮像素子と、該撮像素子から得られた画像データを前記撮像素子の部分毎の入出力特性を用いて補正して出力を行う信号処理系とを有し、該信号処理系は最終的に出力に影響を与える所定要素の変化に応じて、前記信号処理系の出力の補正を補正用テーブルを用いて補償しながら行うことを特徴とする放射線画像撮影装置。

【請求項13】 前記所定要素は温度である請求項12に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項14】 前記所定要素は暗出力である請求項12に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項15】 前記所定要素は撮影時刻である請求項12に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項16】 前記信号処理系の出力の評価によって前記補正用テーブルを更新する機能を有する請求項12に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項17】 放射線画像を直接又は間接的に撮像するための撮像素子と、該撮像素子から得られた画像データを前記撮像素子の部分毎の入出力特性を用いて補正して出力を行う信号処理系とを有し、最終的に出力に影響を与える所定要素の変化に応じて、前記信号処理系の出力の補正に必要なデータの変更を促す表示を行う表示部とを有することを特徴とする放射線画像撮影装置。

【請求項18】 前記所定要素は温度である請求項17に記載の放射線画像撮影装置。

【請求項19】 放射線画像を直接又は間接的に撮像するための撮像素子と、該撮像素子から得られた画像データを前記撮像素子の部分毎の入出力特性を用いて補正して出力を行う信号処理系とを有し、前記画像処理系は、前記信号処理系の出力に前記入出力特性を示す補正用テーブルを利用して出力補正を行い、かつ最終的に出力に影響を与える所定要素の変化に応じて前記補正テーブルを変更することを特徴とする放射線画像撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像情報の微細なコントラストを描出し得る放射線撮影装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、放射線撮影装置は医療用放射線撮影、工業用非破壊放射線撮影等の分野において使用されている。その使用形態を図4を用いて説明すると、放射線源1から放射された放射線を被写体Sに照射すると、放射線と被写体の吸収、散乱等の相互作用により、放射線は被写体Sの構造に応じて強度変動かつ散乱され、放射線撮影ユニット2に入射する。放射線は撮影ユニット2には放射線を通過する窓部を有しかつ内部に光が入らないよう遮光する筐体3、被写体Sから発生する不要な散乱放射線を除去するグリッド4、放射線を蛍光に変換する蛍光体5、受像手段6が配列されている。

【0003】放射線は筐体3の放射線窓部を通過しグリ

ッド4に至る。グリッド4は一般に鉛板とアルミニウム板を交互に積層した積層物を薄く切り出した板であり、それぞれほぼ並行に並ぶ鉛板を一次放射線進行方向と一致させることで、被写体Sから発生する不要な散乱放射線を除去し、グリッド4を透過する放射線画像のコントラストを改善するよう作用する。

【0004】一般に、蛍光体5としては CaWO_4 や Gd_2O_3 、 $\text{S}:\text{Tb}$ を支持体に塗布した増感紙又は CsI などの蛍光体結晶が用いられる。蛍光体5は放射線照射量に比例した強度の蛍光を発する特性を有しているため、放射線像は蛍光体5において可視光像に変換される。蛍光体5の後方に配置された受像手段6は、受光した光量に応じた画像を生成する手段であり、蛍光体5で生じた可視光像は受像手段6によりその光量に応じた画像となる。

【0005】通常では受像手段6はフィルムであり、放射線像はほぼ蛍光量の対数に比例した写真濃度を与える潜像としてフィルムに記録され、現像処理後に可視画像として提示され、診断、検査等に使用される。

【0006】また、蛍光体5として輝尽性蛍光体である $\text{BaFBr}:\text{Eu}$ 蛍光体及び $\text{BaF}:\text{Eu}$ 蛍光体を塗布したイメージングプレートを使用したコンピューテッドラジオグラフィ装置（以下CR装置という）も使用され始めている。放射線照射によって一次励起されたイメージングプレートに、赤色レーザー光等の可視光を用いて二次励起を行うと、輝尽性蛍光と呼ばれる発光が生ずる。CR装置はこの発光を光電子増倍管などの光センサで検出することで放射線画像を取得する。

【0007】更に、最近では受像手段として微小な光電変換素子、スイッチング素子等から成る画素を格子状に配列した光電変換装置を使用し、デジタル画像を取得する技術が開発されている。

【0008】図5は従来の光電変換装置を使用した放射線撮影装置の説明図である。蛍光体5の後方には受光手段としてアモルファスシリコンから成る光電変換装置7が配列されており、光電変換装置7は厚さ数mmの両面研磨した透明ガラス基板の蛍光体側面に各種半導体層を積層して格子状に配列した複数の画素が形成されている。

【0009】放射線源1には放射線発生装置11の出力が接続され、撮影ユニット2の出力はA/D変換器12に接続され、放射線発生装置11、A/D変換器12はバスライン13を介して、CPU14、一時記憶装置15、外部記憶装置16、表示装置17と接続されている。

【0010】一般的な放射線撮影方法では、CPU14からの信号を受けて、放射線源1から発生された放射線は被写体Sにおいて透過、吸収及び散乱される。

【0011】この放射線は筐体3、グリッド4を経て、蛍光体5において蛍光に変換され、更に蛍光体5におい

て可視光に変換されて光電変換装置7の画素を照明し、光電変換装置7で被写体Sの情報を有する放射線画像アナログ信号として検出される。この放射線画像アナログ信号はA/D変換器12でデジタル信号に変換され、一時記憶装置15に転送され、また外部記憶装置16に転送され保存される。更に、デジタル信号は診断に適した画像処理を施され、表示装置17に提示されて診断に利用される。

【0012】また、CCD又はアモルファスシリコン又はアモルファスセレンから成る二次元光電変換素子上に蛍光体を積層した放射線撮影装置が知られている。

【0013】CR装置及び光電変換装置等のデジタルデータを直接取得できる装置を利用することの利点の一例として、次のことが挙げられる。まず、画像処理が容易になり、不適切な撮影条件の補正や関心領域の画像強調などが容易に可能になる。また、ファクシミリ等の画像通信手段を使用することで、専門医師が不在の遠隔地の患者に対する診断を大病院にいる専門医師が行うことができる。更に、画像デジタルデータを光磁気ディスク等に保存すれば、フィルムを保存する場合に比べて保存スペースを著しく減少することができる。また、過去の画像を容易に検索することができるので、同様にフィルムを検索する場合に比べて容易に参照画像を提示することが可能になるなどである。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述の従来例においては、放射線撮影装置は出力が不安定という問題点がある。図4のように受像手段としてフィルムを使用するスクリーンフィルム系では、フィルムを使用するために出力が不安定になる問題点がある。フィルムは製造ロット及び管理条件によって感度が異なり、10%程度の感度差が認められる場合がある。また、撮影時のフィルム温度は感度に更に大きな影響を与え、これらのフィルムの感度差に気付かずに撮影されたフィルムは、写真濃度に大きなばらつきを発生させる。更に、撮影したフィルムを現像する際に現像液の温度及び現像時間、更には現像液の疲労度が写真濃度を大きく変化させることがある。このように、感度及び写真濃度が不安定なフィルムを受像手段として使用するスクリーンフィルム系では一定の写真濃度を得ることは非常に困難である。また、放射線技師はこの写真濃度を安定化させるためにフィルム感度のチェック、自動現像機のメンテナンス等多大な労力を費やすことを余儀なくされている。

【0015】受像手段としてイメージングプレートを使用するCR装置においても、フェーディングの問題がある。フェーディングとは放射線照射によってイメージングプレートに蓄積された放射線情報が、読み取られるまでの間に経時的に減少する現象であり、32℃で1時間を経過すると発光量が20%～40%程度減少することが知られている。イメージングプレートはカセットと呼

ばれる可搬型の遮光体に封入され、撮影現場に運び込まれる使用形態があるが、イメージングプレートの読取装置では、撮影されてから読み取りに至るまでの経過時間が不明であるために、フェーディングによって出力が不安定になってしまう問題点がある。また、フェーディング特性は温度の影響を受けるために、仮に撮影されてから読み取りに至るまでの経過時間を知ることができても、出力を安定させることは困難である。

【0016】上述の問題点を解決するために、CR装置はデジタル画像を取得できる利点を生かして、フェーディング特性及び放射線線量の多少に拘わらず、イメージングプレートの読取ゲインを変化させることで、一定の写真濃度を出力する機能を有している。また、この読取ゲイン値を放射線照射線量の基準とすることがある。しかしながら、このゲイン値はフェーディング特性及び放射線線量の両者を同時に補正してしまうために、照射線量が真に適切であったかは知る手段がない。このために、ゲイン値及び出力画像を基準に放射線照射線量を決定すると、次の撮影時に被写体、特に患者に余分に放射線を被曝させる可能性がある。

【0017】また、受像手段として図5のように光電変換装置7を使用した放射線撮影装置も出力が安定しないことが懸念されている。その理由は光電変換装置7の特性が経時的に変化する可能性があることである。光電変換装置7は一般にシリコン単結晶やアモルファスシリコンなどに少量の物質をドーパした半導体素子で形成されるが、半導体素子の光入出力特性は温度に応じて変化することが知られている。また、半導体素子に積算的に長時間電流を流すことで、半導体素子が確率的に劣化し光入出力特性が変化することが知られている。これらもまた、出力の安定性を低下させる要因となる。

$$\begin{aligned}w'(x, y) &= w(x, y) - d(x, y) \\i'(x, y) &= i(x, y) - d(x, y) \\g(x, y) &= k(x, y) / w'(x, y) \\&= k(x, y) / \{w(x, y) - d(x, y)\} \\o(x, y) &= i'(x, y) \times g(x, y) \\&= k(x, y) \times \{i(x, y) \\&\quad - d(x, y)\} / \{w(x, y) - d(x, y)\}\end{aligned}$$

【0022】しかしながら、光電変換装置7が放射線撮影装置に使用されている場合は、光電変換装置7はこれを遮光する筐体3内に格納されているため、光電変換装置7に光を入力して白レベル信号を取得することは不可能である。この状態で白レベル信号を取得するためには、放射線撮影装置に対して放射線を照射し、筐体3内に格納されている蛍光体5を発光させる必要がある。しかしながら、撮影毎に患者が不在の状態で放射線を撮影装置に照射するのは、撮影技師にかなりの負担を掛けることになり、また患者1人当たりの検査時間が増えるために、多数の患者を短時間で撮影するのに支障をきたす

【0018】光電変換装置7ではこの問題に対する解決法として、黒レベル信号と白レベル信号から得られる光電変換装置7の光入出力特性を使用して、出力を安定化する方法が考えられる。黒レベル信号とは光電変換装置7に光を入力しないときの出力信号つまり暗出力であり、白レベル信号とは光電変換装置7に既知の光量を入力したときの出力信号である。この黒レベル信号及び白レベル信号の少なくとも一方を、必要に応じて随時取得し、出力を安定化させることは有効である。特に、光電変換装置7の光入出力特性を高精度に取得する場合は、黒レベル信号及び白レベル信号の両方の取得は必須である。

【0019】黒レベル信号及び白レベル信号から光入出力特性を使用して、出力を安定化させる方法の一例として次の方法が挙げられる。まず、各画素に対して入力画像信号、黒レベル信号及び既知の光量に対する白レベル信号を取得する。次に、画像信号及び白レベル信号から黒レベル信号を減算し、第2の画像信号及び第2の白レベル信号を得る。黒レベル信号は画素毎のオフセットを表し、オフセットを減算するこの工程は一般にオフセット補正と呼ばれる。次に、既知の光量を第2の白レベル信号で除算し、画素毎のゲイン信号を得る。更に、第2の画像信号とゲイン信号を乗算することで、光電変換装置7の光入出力特性を校正した出力画像信号を得る。この工程は一般にゲイン補正と呼ばれている。

【0020】黒レベル信号を $d(x, y)$ 、白レベル信号を $w(x, y)$ 、入力画像信号を $i(x, y)$ 、出力画像信号を $o(x, y)$ 、既知の光量分布を $k(x, y)$ 、ゲイン信号を $g(x, y)$ とすると、上記の工程を二次元画像に対して行う演算式は、次の通りである。

【0021】

虞れがある。更に、白レベル信号を取得するために頻繁に放射線照射を行うと、放射線を発生させる管球の寿命を短くする虞れがある。

【0023】この問題点を解決する方法として、放射線発生装置の始動時に日常的に定型的に行われる放射線管球の慣らし運転の際に、放射線撮影装置に放射線を照射し、白レベル信号と黒レベル信号を取得する方法が挙げられる。この方法を用いることで、受像手段として光電変換装置を使用する放射線撮影装置の出力の安定化が期待できる。しかしながら既に述べたように、一般に光電変換装置は温度が変化すると出力が変動する特性を有す

るために、始動時と随時に行われる画像取得時では、光電変換装置の特性が変化してしまうために出力が変動してしまう可能性がある。

【0024】ここで、図6は横軸を光電変換装置の温度、縦軸を温度25℃における出力を基準とした相対出力のグラフ図であり、実線は所定の光量を与えたときの光電変換装置の出力であり、点線は遮光時の光電変換装置の暗出力である。この図5から、所定の光量を与えたときの光電変換装置の出力は温度上昇に伴って漸増し、一方で遮光時の光電変換装置の暗出力は温度上昇と共に急速に増加していることが分かる。従って、放射線撮影装置の起動時に白レベル信号と黒レベル信号を取得し、これらの信号を使用して放射線撮影装置が十分に暖気した後に撮影した放射線画像を校正した場合には、誤った校正を行う危険があることを示している。その結果、放射線撮影装置の出力が撮影装置の暖気状態によって安定しないことになる。

【0025】このように、従来の放射線撮影装置では受像手段の如何に拘わらず、出力が安定しない可能性があるという問題がある。また、出力を安定化させるためにフィルム感度のチェック、自動現像機のメンテナンス等に多大な労力を費やすことを余儀なくされる。

【0026】本発明の目的は、上述のような問題点を解決し、到達した放射線線量に正確に対応した再現性に優れた出力が可能で、撮影から画像出力までの経過時間及び撮影環境の変化等に拘わらず、安定した出力を得ることが可能な放射線撮影装置を提供することにある。

【0027】

【課題を解決するための手段】上述目的を達成するための本発明に係る放射線画像撮影装置は、放射線画像を得るための撮像素子と、該撮像素子によって得られた前記放射線画像を前記撮像素子の画素毎の入出力特性を用いて補正して出力するための画像処理系と、該画像処理系からの出力に最終的に影響を与える所定の要素値を監視するための所定要素検出部とを有することを特徴とする。

【0028】本発明に係る放射線画像撮影装置は、放射線画像を直接又は間接的に撮像するための撮像素子と、該撮像素子から得られた画像データを前記撮像素子の部分毎の入出力特性を用いて補正して出力を行う信号処理系とを有し、該信号処理系は最終的に出力に影響を与える所定要素の変化に応じて、前記信号処理系の出力の補正を補正用テーブルを用いて補償しながら行うことを特徴とする。

【0029】本発明に係る放射線画像撮影装置は、放射線画像を直接又は間接的に撮像するための撮像素子と、該撮像素子から得られた画像データを前記撮像素子の部分毎の入出力特性を用いて補正して出力を行う信号処理系とを有し、最終的に出力に影響を与える所定要素の変化に応じて、前記信号処理系の出力の補正に必要なデータの変更を促す表示を行う表示部とを有することを特徴

とする。

【0030】本発明に係る放射線画像撮影装置は、放射線画像を直接又は間接的に撮像するための撮像素子と、該撮像素子から得られた画像データを前記撮像素子の部分毎の入出力特性を用いて補正して出力を行う信号処理系とを有し、前記画像処理系は、前記信号処理系の出力に前記入出力特性を示す補正用テーブルを利用して出力補正を行い、かつ最終的に出力に影響を与える所定要素の変化に応じて前記補正テーブルを変更することを特徴とする。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明を図1～図3に図示の実施例に基づいて詳細に説明する。図1において放射線源1、放射線撮影ユニット2の構造は図5の場合と同様であり、受像手段として光電変換装置7が用いられている。そして、放射線源1に放射線発生装置11が接続され、放射線撮影ユニット2にA/D変換器12が接続されていることも同様である。バスライン13には放射線撮影ユニット2の温度（ここでは特に光電変換素子7の温度）を検出するための温度検出手段21がA/D変換器22を介して接続されており、更にバスライン13にはCPU14、補正テーブル23、LUT（ルックアップテーブル）24、一時記憶装置15、外部記憶装置16、表示装置17が接続されている。

【0032】撮影に先立ち、予め白レベル信号及び黒レベル信号を取得し、光入出力特性を得るには、放射線源1の管球の慣らし運転時に放射線撮影ユニット2に対して強度の空間分布が一様でかつ強度が既知の放射線を照射する。また、照射する放射線は強度分布が既知であれば、実際の撮影に使用する空間分布と等しい放射線であってもよい。なお、これらの二次元放射線強度分布は従来のスクリーンフィルム系を用いてフィルムで確認可能である。

【0033】放射線の照射に応じて、放射線撮影ユニット2から出力されるアナログ信号は白レベル信号であり、A/D変換器12でデジタル信号に変換されバスライン13を介して一時記憶装置15に転送される。再び、放射線撮影ユニット2を駆動して、光電変換装置7が遮光された状態で、同様に光電変換装置7が出力する黒レベル信号を取得する。黒レベル信号は光電変換装置7の暗出力を表し、白レベル信号のオフセット補正に使用される。

【0034】このように、放射線撮影ユニット2は被写体Sの撮影の直前又は直後に、好ましくは放射線発生装置11のスタートボタンと運動させて黒レベル信号を取得する。また、被写体Sに放射線を照射して放射線画像信号の取得を行い、同時に光電変換装置7の温度を検出する温度検出手段21の出力もA/D変換器22でデジタル信号に変換される。これらの信号はCPU14に転送され、予め一時記憶装置15に記憶されている入出力

特性及び入出力特性取得時の温度と比較して画像の校正を行い、画像信号として出力される。

【0035】ここで、画像校正の方法について説明すると、予め取得した白レベル信号 $w0(x, y)$ と黒レベル

$$g0(x, y) = k0(x, y) / \{w0(x, y) - d0(x, y)\} \quad \dots(1)$$

ただし、 $k0(x, y)$ は白レベル信号取得時の放射線強度分布である。

【0037】次に、撮影時の画像信号 $i(x, y)$ に対

$$i'(x, y) = i(x, y) - d(x, y) \quad \dots(2)$$

【0038】続いて、ゲイン補正を行う。

$$\begin{aligned} i''(x, y) &= i'(x, y) \times g0(x, y) \\ &= k0(x, y) \times \{i(x, y) - d(x, y)\} \\ &\quad / \{w0(x, y) - d0(x, y)\} \quad \dots(3) \end{aligned}$$

【0039】更に、入出力特性取得時と撮影時の光電変換装置7の温度を比較することで、画像信号の校正を行う。本実施例では、撮影時に黒レベル信号を取得しているので、入出力特性取得時と撮影時の白レベル信号の変化だけに注目して校正を行う。

【0040】補正テーブル23は図6に示した白レベル

$$o(x, y) = i''(x, y) \times c(x, y) \quad \dots(4)$$

【0041】以上の工程は長くても1秒で終了するので、放射線技師の操作時間は全く増加しない。

【0042】本実施例においては、入出力特性を放射線管球の始動時に、つまりほぼ毎日取得することが好ましいが、補正テーブル23の信頼性が十分に高い場合は放射線撮影装置を製造する際に1度だけ取得する、又は装置を設置する際に、又は定期的なメンテナンスの際になど、極力入出力特性の取得回数を減少させることも可能である。

【0043】本実施例においては、予め測定した各画素に対応した入出力特性を記憶する必要があるが、高精度に画像を校正する場合には、これらの値は12ビット程度の分解能が必要となる。これらの値は情報量が多いので、分解能を損わない範囲で圧縮されて保存されることが望ましい。

【0044】また、本実施例では撮影とほぼ同時に黒レベル信号を取得したが、図5から明らかなように撮影時の黒レベル信号は入出力特性取得時の黒レベル信号の温度係数倍になっていることから、撮影時の黒レベル信号は入出力特性取得時の黒レベル信号に温度補正を行うことで代用することが可能である。この場合には、撮影時に放射線撮影ユニット2を複数回駆動する必要がなくなるので、高速な処理が可能になる。

【0045】また、逆に図6から黒レベル信号は光電変換装置7及び周辺回路の温度特性そのものを表すことになるので、黒レベル信号の平均値を温度特性の代用値として、補正テーブル23に入力して出力の校正を行うことも可能である。また、温度検出手段21は光電変換装置7からの画像信号を受ける周辺回路の温度を検出させてもよい。

信号 $d0(x, y)$ から、次式のようにゲイン信号 $g0(x, y)$ を算出する。ここで、予め測定したデータは、それを示すために添え字0を付与している。

【0036】

してオフセット補正を行う。ここで用いる信号は、画像取得時の信号であるため添え字はない。

出力温度特性の逆関数が格納されており、入出力特性取得時と撮影時の温度をそれぞれ入力すると補正値が出力される機能を有している。この補正は温度を変数とする一種のゲイン補正であり、補正値を $c(x, y)$ とすれば、最終的な画像信号 $o(x, y)$ を出力するための演算は次のように表される。

【0046】更に、装置の暖気状態、この場合は光電変換装置7及び周辺回路の温度は、放射線撮影ユニット2の始動時からの積算通電時間でほぼ決定される。そこで、温度特性の代りに入出力特性取得時と撮影時の時間を用いて画像を校正することも可能である。説明は省略するが、温度以外にも積算通電時間に応じて入出力特性の変化が認められる場合には、この特性を同様に予め測定しておいて、補正テーブル23に入力することで補正が可能となる。

【0047】このように、予め出力に対する影響を与える要素値と出力の関係を補正テーブル23に入力し、入出力特性取得時と画像取得時のそれぞれにおいて要素値を測定し、補正テーブル23を用いて画像を校正することで、画像取得毎に入出力特性を取得しなくとも、出力が安定した放射線撮影装置を得ることが可能となる。

【0048】LUT24は上述のように画像構成された画像信号に対して、ウインドウ処理（ウインドウ、レベル、カーブシェープ）を行い、表示装置17で診断に適した画像として表示される形の画像に整形するものであり、このLUT24で整形された画像が表示装置17で表示されることになる。このLUT24は全画面の画素 $o(x, y)$ に対して1つの関数を適用するように作用する。この点で、本実施例における前述の各画素に異なる関数を適用することが可能な補正テーブル23とは機能が異なるが、画素値に対して関数を適用して画素値変換を行う点では基本機能が同じである。従って、このことを利用して、例えばLUT24と補正テーブル23とを統合したモジュールとすることも可能である。

【0049】図2は第2の実施例であり、第1の実施例に加えてバスライン13に出力評価装置25が接続され

ている。この場合には、補正テーブル23の信頼性を向上させて、入出力特性取得の回数を極力減少させることができる。この出力評価装置25は例えばフィルムデンストメータであり、撮影されたフィルムの写真濃度を測定することで最終的な出力が安定しているかを評価するものである。

【0050】例えば、週に1度の頻度で放射線撮影装置の定期点検を行う施設において、放射線撮影装置に所定の線量を与えたときの写真濃度と、前週の定期点検時の写真濃度をそれぞれ比較した結果に相違が見られたときに、写真濃度の相違とそれぞれを出力するときの温度値を使用して、補正テーブル23を自動的に修正し、次回からの撮影の出力を安定化させる方法がある。このような帰還手法を使用することで、随時に補正テーブル23を更新し、補正テーブル23の信頼性を向上させることにより、入出力特性を取得する頻度を抑制することができる。

【0051】以上の説明では、帰還データとして写真濃度を使用した。これは本発明の範囲を限定するものではなく、例えば写真濃度を与えるためのデジタルデータであってもよい。この場合は、フィルムを出力する印刷装置の不安定さを無視することができる。

【0052】前述した第1、第2の実施例では、環境変動を検知して自動的に補正テーブルを変更して自動補正を行ったが、第3の実施例では自動補正は行わず許される環境変動の範囲を予め決めておき、それ以上の環境変動が生じたときに補正データの再取得が必要なことをユーザに知らせるための手段を有している。

【0053】この第3の実施例の構成は図1と同様であり、先ず白レベル信号、黒レベル信号を取得し、このときの温度検出手段21により、これらの2つの信号を取得したときの温度も同時に取得する。ここで、この補正データが使用できる範囲を例えば $\pm 5^{\circ}\text{C}$ と決めておく。撮影中には常時、温度検出手段21によりセンサ部の温度をモニタし、補正用白レベル・黒レベルを取得したときの温度と比較する。仮に、 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内であれば、そのまま先に取得した補正用データを用いて撮影画像を補正する。 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以上の温度変動が起きたときは補正誤差が大きくなるので、これ以上の撮影は画質を損なうため、表示装置17上に補正データの再取得が必要なことを表示する。この表示が出た場合には、ユーザは補正用白レベル、黒レベルデータの取り直しを行うことにより最適な補正をすることができる。

【0054】撮像ユニット内のセンサ部は人体の各部を撮影するための十分な大きさを必要とする。第4の実施例として、 $43\text{ cm} \times 43\text{ cm}$ の大きさのa-Si半導体センサを使用している。通常では、このような半導体センサは電子的にデータの読み出しを行うため多くの外部回路を必要とする。外部回路は信号読出増幅器、A/D変換器、ドライブIC、制御回路等から構成されセン

サの周辺に配置されている。これらの周辺回路は動作中に熱を発生し、特に信号読出増幅器は低ノイズにするため消費電流が多く発熱も大きい。このため、センサを使用しないときにはスリープモードにしておき、信号読み出しのときだけ読出増幅器を動作状態にして発熱を押さえている。

【0055】しかし、集団検診等の使用頻度が多い場合には発熱量が多くなることが避けられず、発熱部に近接するセンサ部の温度が上昇する。このため、センサ部の温度分布は様ではなく、或る特定の部分の温度上昇が激しい。温度とセンサ出力信号の信号レベルは比例関係にあるので、電源投入時のセンサの温度分布が様な状態で取得した補正用信号データは、センサ部の温度分布が極端に異なった場合には使用できなくなるという問題がある。撮影毎に、補正用白レベル、黒レベルデータをとれば問題ないが、1日に多数の被検者の撮影をする場合には作業が煩雑となり実際的ではない。特に、白レベル信号は被検体無しでX線を照射する必要があり操作者の負担が大きい。また、センサ部の温度分布が異なる場合に温度係数による補正をするためには、センサ各部の温度を検知する必要があるため、温度検出手段が大掛かりとなる欠点もある。

【0056】この第4の実施例では、センサ部の或る点の温度とセンサ全体の温度分布パターンには相関関係があることに注目し、センサの1点を温度検知手段により温度測定し、予め外部記憶装置に記憶されたその温度での補正データを用いて最適な補正画像を作成することを可能にしている。

【0057】図3はセンサ部を格納している放射線撮影ユニット2内の各要素と温度検知手段の配置を示している。図示しない蛍光体と撮像素子を含むセンサ部31の前後にグリッド32、画像信号の外部への出力や各要素の制御を行うための回路を組込んだ制御ユニット33が配置されており、センサ部31の側部には撮像素子からの信号を増幅する増幅器34、センサ部31に近接して温度検知手段35、36が設けられている。なお、図3は各要素の配置を示すためのもので、理解を促すために配線等は省略して表示しており、その他の構成は図1と同様である。

【0058】被写体は撮像ユニット2の左側に配置され、左側からX線が照射される。温度検知手段35はセンサ部31の最も温度上昇の大きな増幅器34の近傍部分の近辺に配置され、その部分の温度 T_s を検知するためのものである。一方、温度検知手段36は撮影ユニット2内部の温度 T_a 、即ちセンサ部31の環境温度を検知するためのものである。

【0059】補正データは例えば朝の電源投入時に取得されるため、 $T_s - T_a = 0$ の状態にて取得される。その後、実際の撮影を繰り返行くと、温度 T_s は上昇し $T_s - T_a = T_d$ となり、 T_d はセンサ部31の最も温

度上昇の激しい部分の温度上昇分である。

【0060】ここで、補正は次のように行われる。工場出荷時等にセンサ部31の温度 T_s に対するセンサ部31の出力信号の温度上昇による強度既知のX線の一様照射時の信号パターンを、例えば $T_d = 5^\circ\text{C}$ 毎に信号取得時の周囲温度 T_a と共に、図示しないHD等の外部記憶装置に記憶する。実際の撮影では、朝の電源投入時に補正データを取得する。このときの周囲温度を T_a' とする。また、電源投入直後なので $T_d = 0$ である。

【0061】被検者が多い場合には、前述したように周囲回路の影響によりセンサ部31の温度分布が一様でなくなり $T_d \neq 0$ となる。例えば $T_d = 5^\circ\text{C}$ となると、これまでの補正データでは完全に補正できなくなるため、外部記憶装置に記憶してある $T_d' = 5^\circ\text{C}$ の信号パターンを読み出し、これを $F(X, Y)$ として周囲温度 T_a と温度係数を用いて温度変化分補正するよう計算し、得られた $F'(X, Y)$ の逆数 $1/F'(X, Y)$ を前述 $C(X, Y)$ の代りに補正テーブルに書き込む。センサ部31の温度と出力信号値は或る関数関係を有するので、温度 T_a' と温度 T_a との差が信号値のオフセット分に相当するため、このような計算が可能となる。

【0062】実際の撮影の際には、(4)式の $C(X, Y)$ の代りに $1/F'(X, Y)$ を使用して補正を行う。更に、撮影が続くと、 $T_d = 10^\circ\text{C}$ となり同様なことが行われる。このようにすれば、センサ部31の温度が周囲回路により不均一となっても常に良好な補正を行うことができる。

【0063】以上の実施例において、放射線を検出する手段は蛍光体と光電変換装置であると説明してきたが、これは本発明の範囲を限定するものではない。本発明は画素毎に入出力特性を有する放射線撮影装置について有効であり、例示した以外にも例えば放射線を電子に変換する放射線電子変換体、例えばアモルファスセレン、 CdTe 、電離箱のように発生した電子を画素毎に検出する電子検出装置を用いた放射線撮影装置において、放射線電子入出力特性の変動を補償することに応用してもよい。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る放射線撮影装置は、同じ被写体に同じ線量を与えたときに得られる出力が常に同じになるため、撮影の再現性に優れている。また、放射線発生装置を含めた全放射線画像取得系の精度管理が容易に可能になるため、再撮影をすることがなくなる。更に、撮影毎に入出力特性を取得せずとも、出力の安定化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の放射線撮影装置の構成図である。

【図2】第2の実施例の放射線撮影装置の構成図である。

【図3】他の実施例の放射線撮影装置の部分構成図である。

【図4】従来のスクリーンフィルム系の放射線撮影装置の構成図である。

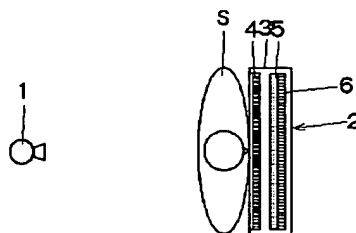
【図5】従来の光電変換装置を用いた放射線撮影装置の構成図である。

【図6】光電変換装置の出力と温度の関係のグラフ図である。

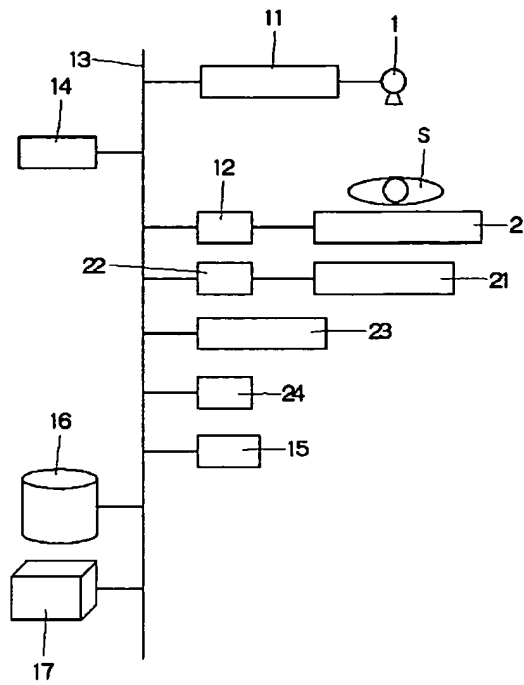
【符号の説明】

- 1 放射線源
- 2 放射線撮影ユニット
- 3 筐体
- 4、32 グリッド
- 5 蛍光体
- 7 光電変換装置
- 14 CPU
- 21、35、36 温度検出手段
- 23 補正テーブル
- 25 出力評価装置
- 31 センサ部
- 33 制御ユニット
- 34 増幅器
- S 被写体

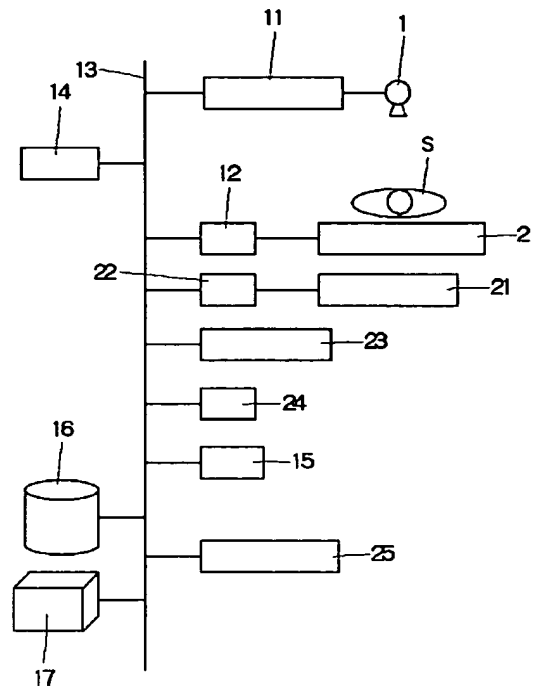
【図4】



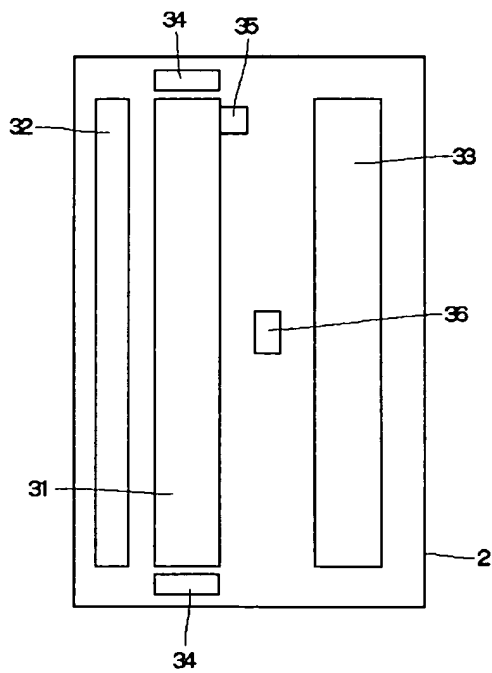
【図1】



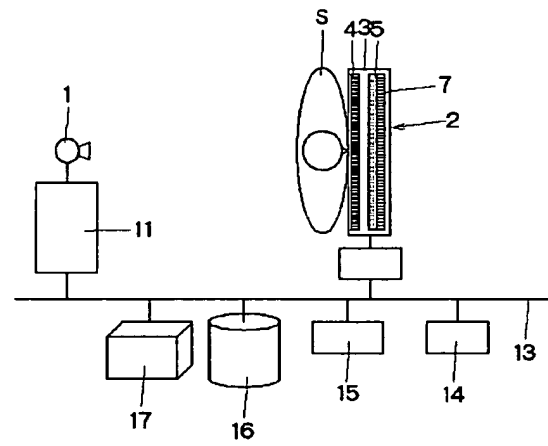
【図2】



【図3】



【図5】



【図6】

